

В. П. Садоков, А. И. Неушкин,  
В. Ф. Козельцева, Н. Н. Кузнецова

### СОПРЯЖЕННОСТЬ ХОЛОДНЫХ И ТЕПЛЫХ ЗИМ С ЗАСУШЛИВОСТЬЮ И УВЛАЖНЕНИЕМ ЛЕТОМ ПО СЕМИ РЕГИОНАМ ЕТР

Параметр  $W_i$  — показатель зимних условий, предложенный А. В. Поповым [2]. В настоящее время архив показателей погодных условий зимой ( $W_i$ ) и летом ( $S_a$ ) пополняется в оперативном режиме, и появилась возможность определить сопряженность между ними.

В работе использованы данные 39 станций (рис. 1), расположенных в семи регионах европейской территории России (ЕТР):

- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| I — Северо-Западном; | V — Центрально-Черноземном; |
| II — Северном;       | VI — Поволжском;            |
| III — Центральном;   | VII — Северо-Кавказском.    |
| IV — Волго-Вятском;  |                             |

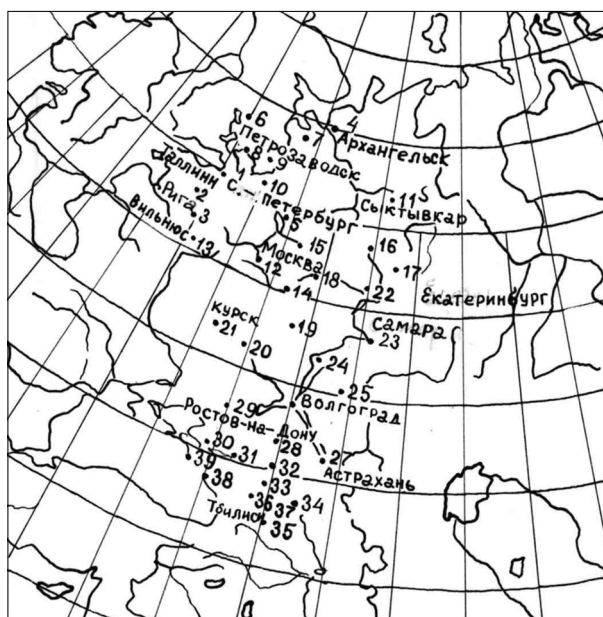


Рис. 1. Станции, данные которых привлечены к исследованиям.

Характеристики зим отобраны по шести градациям (табл. 1). В 1-ю градацию вошли случаи суровых зим. Во 2-ю градацию вошли случаи, когда зимы считались холодными. Нормальные погодные условия характеризовались 3-й и 4-й градациями. Пятая градация объединяла случаи теплых зим, а шестая — случаи экстремально теплых зим.

В соответствии с принятыми градациями определялась повторяемость значений  $\bar{W}_i$  по семи регионам ЕТР за 52 года (в декабре — с 1950 по 2001 г., а в январе и феврале — с 1951 по 2002 г.) (табл. 2). Зимой повторяемость значений  $\bar{W}_i$  из 1-й градации составляет 7 %, а из 6-й — 6 %. Нормальные погодные условия (3-я и 4-я градации) отмечены в 42 %, холодные зимы (2-я градация) — в 17 %, а теплые зимы (5-я градация) — в 28 %. Анализ данных по месяцам (декабрь—февраль) показывает рост повторяемости экстремальных случаев: 1-я градация — 13, 11 и 15 %, а 6-я — 11, 16 и 19 % соответственно.

В табл. 3 группы значений  $\bar{W}_i$  рассмотрены по пятилеткам, исключение составляют 1996—2002 гг. Выделяются два характерных периода:

1) 1950—1980 гг., когда отмечены отрицательные значения  $\bar{W}_i$ , т. е. преобладали холодные зимы;

Таблица 1

Характеристика зимних условий по градациям

| Номер градации | Показатель градации   | Характеристика зимних условий |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1              | Не менее 1,55 (2,0)   | Суровые                       |
| 2              | –0,55...–1,54         | Холодные                      |
| 3              | –0,01...–0,54         | Холодные*                     |
| 4              | 0,00...0,54           | Теплые*                       |
| 5              | 0,55...1,54           | Теплые                        |
| 6              | Не более –1,55 (–2,0) | Экстремально теплые           |

\* Нормальные погодные условия.

Таблица 2

Средняя повторяемость значений  $\bar{W}_i$  по градациям на ЕТР для зимы в целом и по месяцам, %

| Номер градации | Зима | Декабрь | Январь | Февраль |
|----------------|------|---------|--------|---------|
| 1              | 7    | 13      | 11     | 15      |
| 2              | 17   | 24      | 15     | 17      |
| 3              | 21   | 17      | 13     | 12      |
| 4              | 21   | 16      | 14     | 15      |
| 5              | 28   | 19      | 31     | 22      |
| 6              | 6    | 11      | 16     | 19      |

Таблица 3

Число случаев значений  $\bar{W}_i$  зимой по пятилеткам с 1950 по 2002 г.

| Пятилетка | Градация $\bar{W}_i$ |             | Пятилетка | Градация $\bar{W}_i$ |             |
|-----------|----------------------|-------------|-----------|----------------------|-------------|
|           | $\leq -0,01$         | $\geq 0,00$ |           | $\leq -0,01$         | $\geq 0,00$ |
| 1950—1955 | 22                   | 13          | 1981—1985 | 12                   | 23          |
| 1956—1960 | 16                   | 19          | 1986—1990 | 13                   | 22          |
| 1961—1965 | 17                   | 18          | 1991—1995 | 8                    | 27          |
| 1966—1970 | 21                   | 14          | 1996—2002 | 14                   | 35          |
| 1971—1975 | 17                   | 18          | Среднее   | 12                   | 27          |
| 1976—1980 | 24                   | 11          |           |                      |             |
| Среднее   | 20                   | 16          |           |                      |             |

Примечание: исключение составляют 1996—2002 гг. (7 лет).

2) 1981—1985 гг., когда наступило потепление. Если за первые 6 пятилеток в среднем было 20 случаев с отрицательными значениями  $\bar{W}_i$ , а 16 случаев — с положительными, то в последующий период отмечено 12 случаев с отрицательными и 27 случаев с положительными значениями  $\bar{W}_i$ . Такое распределение указывает на потепление зим с 1981 г.

Подтверждают потепление зим также данные табл. 4, в которой приведены средние значения  $\bar{W}_i$  по семи регионам для двух периодов:

1) в 1950—1980 гг. значения  $\bar{W}_i$  были отрицательными, в среднем около  $-0,20$ , исключение составляют Северный ( $\bar{W}_i = -0,09$ ) и Северо-Кавказский ( $\bar{W}_i = -0,12$ ) регионы. Среднее значение  $\bar{W}_i$  по всей территории равно  $-0,18$ ;

2) период 1981—2002 гг. был теплым, а значения  $\bar{W}_i$  изменялись от  $0,42$  до  $0,78$ . Выделяются Центрально-Черноземный ( $\bar{W}_i = 0,27$ ) и Северо-Кавказский ( $\bar{W}_i = 0,25$ ) регионы. Среднее значение  $\bar{W}_i$  повысилось до  $0,47$ .

Таблица 4

Средние значения  $\bar{W}_i$  по регионам и по всей ЕТР

| Период    | Регион |       |       |       |       |       |       | Среднее |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|           | I      | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   |         |
| 1950—1980 | -0,20  | -0,09 | -0,25 | -0,20 | -0,16 | -0,24 | -0,12 | -0,18   |
| 1981—2002 | 0,62   | 0,49  | 0,44  | 0,78  | 0,27  | 0,42  | 0,25  | 0,47    |
| 1950—1972 | -0,29  | -0,12 | -0,36 | -0,30 | -0,23 | -0,28 | -0,02 | -0,23   |
| 1973—1989 | 0,20   | 0,09  | 0,21  | 0,31  | 0,18  | 0,04  | -0,05 | 0,14    |
| 1990—2002 | 0,83   | 0,71  | 0,52  | 0,98  | 0,24  | 0,57  | 0,24  | 0,58    |

Примечание. I — Северо-Западный; II — Северный; III — Центральный; IV — Волго-Вятский; V — Центрально-Черноземный; VI — Поволжский; VII — Северо-Кавказский.

Помимо данных табл. 4, о постепенном потеплении можно судить еще по трем периодам:

1) в 1950—1972 гг. значения  $\bar{W}_i$  были отрицательными, приближаясь к  $-0,20$ . Выделяются Северный ( $\bar{W}_i = -0,12$ ) и Северо-Кавказский ( $\bar{W}_i = -0,02$ ) регионы. Среднее значение  $\bar{W}_i = -0,23$ ;

2) в 1973—1989 гг. значения  $\bar{W}_i$  становятся положительными, кроме Северо-Кавказского региона ( $\bar{W}_i = -0,05$ ), а среднее значение  $\bar{W}_i = 0,14$ ;

3) 1990—2002 гг. — очень теплый период, так как в пяти районах из семи значение  $\bar{W}_i$  было более  $0,2$ , а среднее значение  $\bar{W}_i = 0,8$ .

По данным табл. 4 для наглядности построены графики хода средних значений  $\bar{W}_i$  по семи регионам ЕТР за два и три периода (рис. 2). На рис. 2 а проиллюстрированы данные за 1950—1980 и 1981—2002 гг., откуда видно, как значительное потепление зим наблюдалось при переходе от первого периода ко второму.

На графиках рис. 2 б даны три периода: 1950—1972, 1973—1989 и 1990—2002 гг. В первом периоде значения  $\bar{W}_i$  отрицательны. Во втором периоде их знак меняется на положительный, а в третьем эти положительные значения достигают максимума.

В табл. 5 приведена повторяемость засушливых и переувлажненных условий по месяцам в семи экономических районах ЕТР, определенная по тем же станциям, что и для  $W_i$ , за апрель—август 1950—2002 гг.

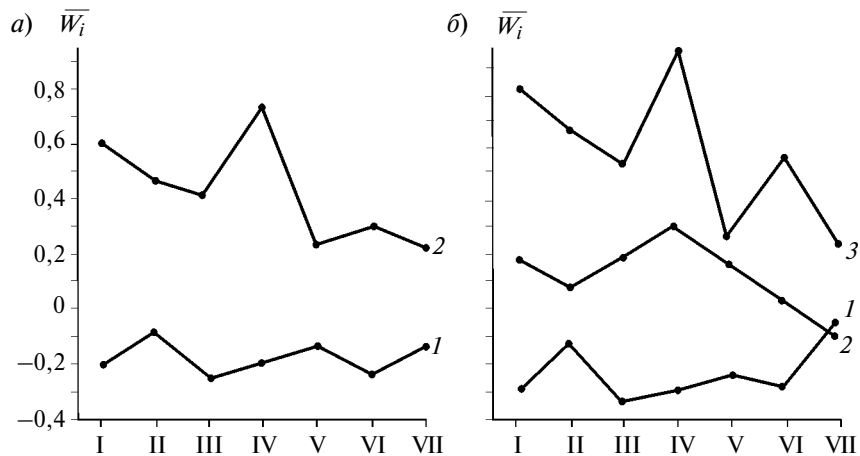


Рис. 2. Ход средних значений  $\bar{W}_i$  по семи регионам ЕТР за два (а) и три (б) периода.

а: 1 — 1950—1980 гг., 2 — 1981—2002 гг.;

б: 1 — 1950—1972 гг., 2 — 1973—1989 гг., 3 — 1990—2002 гг.

Таблица 5

**Повторяемость засушливых и переувлажненных условий по месяцам  
в семи экономических районах ЕТР за апрель—август 1950—2002 гг. (53 года), %**

| Месяц   | Регион |      |      |      |      |      |      | Средняя |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|---------|
|   | I      | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |         |
| <b>Засуха (<math>S_i \geq 2</math>)</b>         |        |      |      |      |      |      |      |         |
| Апрель  | 13,2   | 11,3 | 13,2 | 11,3 | 13,2 | 13,2 | 11,3 | 12,3    |
| Май   | 5,7    | 3,8  | 3,8  | 5,7  | 11,3 | 7,5  | 7,5  | 6,5     |
| Июнь  | 1,9    | 9,4  | 17,0 | 13,2 | 15,1 | 15,1 | 11,3 | 11,9    |
| Июль  | 15,1   | 15,1 | 18,8 | 11,3 | 17,0 | 17,0 | 3,8  | 14,0    |
| Август  | 17,0   | 11,3 | 11,3 | 7,5  | 9,4  | 5,7  | 9,4  | 10,2    |
| В среднем                                       | 10,5   | 10,2 | 12,8 | 9,8  | 13,2 | 11,7 | 8,7  | 11,0    |
| <b>Переувлажнение (<math>S_i \leq 2</math>)</b> |        |      |      |      |      |      |      |         |
| Апрель  | 3,8    | 1,9  | 1,9  | 7,5  | 7,5  | 5,6  | 9,4  | 5,4     |
| Май   | 7,5    | 9,4  | 11,3 | 13,2 | 11,3 | 9,4  | 9,4  | 10,2    |
| Июнь  | 7,5    | 7,5  | 7,5  | 7,5  | 1,9  | 5,6  | 5,6  | 6,2     |
| Июль  | 5,6    | 3,8  | 1,9  | 7,5  | 5,6  | 3,8  | 9,4  | 5,4     |
| Август  | 7,5    | 7,5  | 9,4  | 7,5  | 7,5  | 9,4  | 7,5  | 8,0     |
| Средняя   | 6,4    | 6,0  | 6,4  | 8,6  | 6,8  | 6,8  | 8,3  | 7,0     |

Анализ этих данных показал, что средняя повторяемость засух за летние месяцы составляет 11 %, ее распределение по месяцам и ранжиру следующее:

- 1) июль (14 %),
- 2) апрель (12,3 %),
- 3) июнь (11,9 %),
- 4) август (10,2 %),
- 5) май (6, %).

Полученные результаты подтверждают исследования Д. А. Педя [3] о том, что такое опасное явление, как засуха, отмечается редко.

Анализ данных табл. 5 указывает на более частую повторяемость засух (11,0 %) и редкую повторяемость избыточного увлажнения (7,0 %). Поменялись местами ранги для апреля и мая. Если засуха в апреле встречается в 12,3 % случаев, то избыточное увлажнение — только в 5,4 %. В мае, наоборот, засуха бывает в 6,5 % случаев, а избыточное увлажнение — в 10,2 %.

Нас также интересовала повторяемость (число случаев) холодных ( $\bar{W}_i \leq -2$ ) и теплых ( $\bar{W}_i \geq 2$ ) зим, засух ( $S_a \geq 2$ ) и избыточного увлажнения ( $S_a \leq 2$ ) по двум (1950—1980 и 1981—2002 гг.) и трем периодам (1950—1972, 1973—1989 и 1990—2002 гг.) на всей изучаемой территории

Таблица 6

**Повторяемость (число случаев) на ЕТР теплых и холодных зим,  
летних условий засух и избыточного увлажнения  
по двум и трем периодам**

| Период      | Зима (XII—II)       |                    | Лето (IV—VIII) |               |
|-------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|
|             | $\bar{W}_i \leq -2$ | $\bar{W}_i \geq 2$ | $S_i \geq 2$   | $S_i \leq -2$ |
| 1950—1980   | 100                 | 66                 | 89             | 86            |
| 1981—2001/2 | 40                  | 107                | 114            | 43            |
| Всего       | 140                 | 173                | 203            | 129           |
| 1950—1972   | 83                  | 42                 | 67             | 52            |
| 1973—1989   | 37                  | 61                 | 56             | 62            |
| 1990—2001/2 | 20                  | 70                 | 80             | 15            |
| Всего       | 140                 | 173                | 203            | 129           |

(табл. 6). Если в 1950—1980 гг. отмечено 100 холодных зим, а в 1981—2002 гг. — только 40, то теплых зим в первом периоде оказалось 66, а во втором — 107. Аналогичные результаты получены и по трем периодам: данные указывают на постепенное потепление зим. Данные по увлажнению за лето также подтверждают полученный вывод о потеплении.

При оценке сопряженности зимних условий ( $\bar{W}_i$ ) с засухой ( $S_a \geq 2$ ) за 1950—2002 гг. в табл. 7 и 8 знак «плюс» соответствует совпадению теплых зим ( $\bar{W}_i+$ ) с засухой ( $S_a+$ ), а знак «минус» — холодных зим ( $\bar{W}_i-$ ) с засухой ( $S_a+$ ).

Таблица 7

**Оценка сопряженности зимних условий с летней засухой в 1950—2002 гг.  
по регионам за все лето (апрель—август), %**

| Период          | I  |    | II |    | III |    | IV |    | V  |    | VI |    | VII |    |
|-----------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
|                 | +  | -  | +  | -  | +   | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +   | -  |
| Лето<br>в целом | 75 | 25 | 67 | 33 | 50  | 50 | 65 | 35 | 43 | 57 | 42 | 58 | 65  | 35 |

Таблица 8

**Оценка сопряженности зимних условий с летней засухой в 1950—2002 гг.  
по месяцам на всей территории, %**

| Регион         | Апрель |    | Май |    | Июнь |    | Июль |    | Август |    |
|----------------|--------|----|-----|----|------|----|------|----|--------|----|
|                | +      | -  | +   | -  | +    | -  | +    | -  | +      | -  |
| Вся территория | 76     | 24 | 41  | 59 | 52   | 48 | 62   | 38 | 42     | 58 |

Положительные оценки сопряженности по регионам за апрель—август в табл. 7 свидетельствуют о совпадении теплых зим с засухой в следующих регионах:

- I (Северо-Западном) — в 75 % случаев,
- II (Северном) — в 67 % случаев,
- IV и VII (Волго-Вятском и Северо-Кавказском) — в 65 % случаев.

В V и VI (Центрально-Черноземном и Поволжском) регионах засуха чаще наступала после холодной зимы (оценка «минус») и сопряженность оценивается соответственно 57 и 58 %, а в III (Центральном) — 50 %.

Оценки по месяцам на всей территории (табл. 8) позволяют сделать вывод, что после теплой зимы засуха чаще была в апреле (76 %) и июле (62 %), а после холодной — в мае (59 %) и августе (58 %). Для июня оценка наступления засухи после теплой зимы составила 52 %, а после холодной — 48 %.

Оценки сопряженности зимних условий ( $\bar{W}_i$ ) с избыточным увлажнением ( $S_a \leq -2$ ) даны в табл. 9 и 10, где знак «плюс» указывает на совпадение холодной зимы с избыточным увлажнением ( $\bar{W}_i-$ ), а знак «минус» — теплой ( $\bar{W}_i+$ ).

Обратимся к оценкам по регионам за все лето (табл. 10). Положительные оценки (+) отмечены в V и VII регионах (71 и 64 % соответственно). Отрицательные оценки (–) отмечены в IV и VI регионах (59 и 71 % соответственно). Для остальных регионов оценки совпадения зимних условий и переувлажнения близки к 50 %.

Таблица 9

**Оценка сопряженности зимних условий с избыточным увлажнением по регионам за все лето, %**

| Период       | I  |    | II |    | III |    | IV |    | V  |    | VI |    | VII |    |
|--------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
|              | +  | –  | +  | –  | +   | –  | +  | –  | +  | –  | +  | –  | +   | –  |
| Лето в целом | 52 | 48 | 56 | 44 | 56  | 44 | 41 | 59 | 71 | 29 | 29 | 71 | 64  | 36 |

Таблица 10

**Оценка сопряженности зимних условий с избыточным увлажнением по месяцам на всей территории, %**

| Регион         | Апрель |    | Май |    | Июнь |    | Июль |    | Август |    |
|----------------|--------|----|-----|----|------|----|------|----|--------|----|
|                | +      | –  | +   | –  | +    | –  | +    | –  | +      | –  |
| Вся территория | 48     | 52 | 44  | 56 | 45   | 55 | 74   | 26 | 62     | 38 |

Оценка сопряженности по месяцам на всей территории (табл. 10) показывает, что чаще всего после холодной зимы избыточное увлажнение бывает в июле (74 %) и августе (62 %). После теплой зимы избыточное увлажнение наступает в 38—56 % случаев.

В заключение отметим, что заметное потепление зим началось с 1982—1983 гг., когда значение  $\bar{W}_i$  составило 1,49. К таким же зимам относятся зимы 2000—2001 гг. ( $\bar{W}_i = 1,35$ ) и 1980—1981 гг. ( $\bar{W}_i = 1,20$ ). После этих зим засушливость отмечалась в трех месяцах (апреле, июне и июле).

Анализ погодных условий позволяет судить о повторяемости и продолжительности теплых—холодных периодов зимой—летом и их сопряженности. При дальнейшем накоплении такой информации можно ее использовать в качестве рекомендаций при составлении месячных и сезонных прогнозов засушливости и избыточного увлажнения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П е д ь Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Тр. ГМЦ СССР—1975. — Вып. —156. — С. 19—38
2. П о п о в А. В. О возможности прогноза теплых многоснежных и холодных малоснежных зим // Тр. ГМЦ СССР. —1975. — Вып. —156. — С. 77—84